

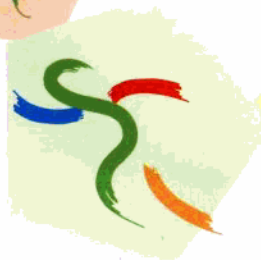
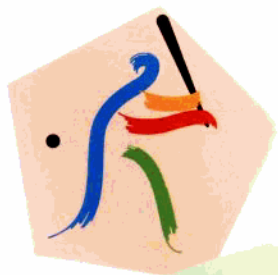
国际奥赛金牌教练 +
国家奥赛命题研究专家
联袂编写

第三次修订版



金牌奥赛高级教程

A O S A I



科学技术文献出版社

◎ 金牌奥赛

金牌奥赛高级教程

高二化学

(修订版)

总主编:耿立志 全国中学奥林匹克竞赛金牌教练
中科国际奥赛研究中心执行主任
国家首批骨干教师、全国行级教师

总审定:王永胜 中学奥林匹克竞赛研究专家
教育部新课程标准研制专家
重点大学教授、博士生导师

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北京

图书在版编目(CIP)数据

金牌奥赛高级教程·高二化学/于晖等主编.-修订本.-北京:科学技术文献出版社,2010.6

ISBN 978-7-5023-4785-7

I. ①金… II. ①于… III. ①化学课-高中-教学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 089714 号

- 出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038
图书编务部电话 (010)58882938,58882087(传真)
图书发行部电话 (010)58882866(传真)
邮 购 部 电 话 (010)58882873
网 址 <http://www.stdph.com>
E-mail: stdph@istic.ac.cn
- 策 划 编 辑 科 文
责 任 编 辑 孙江莉
责 任 校 对 唐 炜
责 任 出 版 王杰馨
- 发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京高迪印刷有限公司
版 (印) 次 2010 年 6 月修订版第 1 次印刷
开 本 787×1092 16 开
字 数 402 千
印 张 19
印 数 1~5000 册
定 价 26.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

《金牌奥赛——高级教程》

总 序

高中奥林匹克竞赛是培养优秀高中特长生、为重点高校选拔杰出人才、为国家培养创新实践人才的重要途径。奥赛培训着眼于为学生发展提供平台，培养学生的自学能力、探究意识和思维能力。随着我国中学《新课程标准》的深入实施，教育改革的力度不断加大，原有的高中奥林匹克竞赛辅导教材越来越不能满足学生学习的需要。应广大教师、家长和学生的要求，由国家中学奥林匹克竞赛命题研究专家主持，国际金牌教练、国家金牌教练、全国10余所著名重点中学的特级教师和高级教练担任主编，精心编著了《金牌奥赛——高级教程》丛书。该丛书将“十一五”规划国家级教育科研项目“研究性学习与奥林匹克竞赛有效整合”的研究成果纳入其中，高中部分包括数学、物理、化学、生物四个学科，共7个分册，涵盖奥林匹克竞赛的全部重点内容，适应全国各种版本教材奥赛辅导。

全书的编写体现了以下的风格和特点：

规范标准 严谨科学

丛书根据《全国中学奥林匹克竞赛规程》的基本要求，依据近年学科竞赛相关规定的变化，并参照国家《新课程标准》的基本要求进行选择，对最新考试命题的标准进行解读和深入诠释。本丛书的设计理念、编写体例、内容安排等由

总主编耿立志提出后,编者创造性地编制了每一道试题,经修订,完成初稿。之后组织不同规模的六次专家论证会,来自北师大、东北师大、山东师大、河北师大、南开大学以及10余所全国重点中学的专家、学者提出了很多中肯的建议,在此基础上由石丽杰、耿立志完成了丛书设计方案的成稿,由出版社审定通过。

名师荟萃 权威编著

丛书编者群体由来自北京、上海、浙江、湖南、河北、江苏等地的奥赛传统名校的国际金牌教练;参与奥赛命题与研究的知名教授、博士生导师;从事奥赛一线辅导的国家高级教练及特级教师组成。

设计合理 点评得当

丛书围绕核心知识点,由易到难的顺序安排内容,在掌握基础知识前提下给出奥赛示例,并配合精当的讲解或点拨。基础训练题与延伸拓展题步步深入,层层推进,相互渗透,实现了二者之间的有机结合,既使学生易于接受,又使学生易于主动探究,实现高效率学习,实现可持续性的学习发展策略。

激活思维 注重实用

丛书主编遵从科学的认知规律,注重学习目标的有效实施,充分挖掘学生的潜能,优化学习方法。试题选取符合规范性、准确性、新颖性及经典性的要求,重在激活学生的思维,有目的有针对性地剖析经典例题,并配套拓展练习,培养学生的解题方法和技巧,准确把握考试热点和难点,尤其适用于奥赛实战。

丛书编委会

2010年5月于北京

目 录

第一章 氮族元素	(1)
第二章 化学平衡	(34)
第三章 电离平衡	(62)
第四章 几种常见金属	(103)
第五章 烃	(139)
第六章 烃的衍生物	(198)
第七章 糖类 油脂 蛋白质	(243)
第八章 合成材料	(262)
全国化学竞赛模拟试卷(一)	(273)
全国化学竞赛模拟试卷(二)	(280)
全国化学竞赛模拟试卷(三)	(288)



第一章 氮族元素



※基础目标※

1. 掌握氮族元素的原子结构特点及常见化合价。
2. 掌握氮族元素的单质及化合物的相似性、递变性和特性以及重要物质的实验室制法。
3. 理解氧化还原反应的定义,并能熟练配平氧化、还原反应方程式。
4. 理解有关化学方程式的计算;能熟练进行过量讨论;掌握守恒和差量等计算技巧。

※拓展目标※

1. 理解元素周期律,总结非金属元素的共性,提高理论联系实际的应用能力。
2. 对比特性,提高应变能力,能迁移性应用所学知识。
3. 强化思维训练,提高自学能力,突出培养创新意识和能力。



※高点击※

1 氮和磷

(1) 氮族元素最外层有 5 个电子,氮、磷有较强的非金属性,氮的常见化合价有 +1、+2、+3、+4、+5 等,氮、磷还有 -3 价;铋、铊两种金属无负价。

(2) 氮族元素(N、P、As、Sb、Bi)的非金属性逐渐减弱,金属性逐渐增强;氢化物(RH₃)的稳定性由强到弱;最高价氧化物水化物 HRO₃ 或 H₃RO₄(含氧酸)的电离能力由强到弱(原子半径由小到大;最外层电子数相等);氮族元素的非金属性比同周期的氧族元素、卤族元素弱(半径比同周期的卤素和氧族元素大)。

(3) 氮气分子中有 N≡N,与其他物质反应需断裂开这种化学键,所以化学性质稳定:

① 在放电情况下可与 O₂ 发生反应,生成 NO: $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$

(无色,有毒,其中毒原理和 CO 相似,可被氧化成红棕色的 NO₂ 气体);

② 与活泼金属反应: $N_2 + 3Mg \xrightarrow{\text{点燃}} Mg_3N_2$ ($Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3 \uparrow$);

- ③可被豆科植物固定成化合态,成为肥料;
④氮气为空气成分,一般不支持燃烧,不助燃也不灭火。

(4)红磷和白磷:

单质	白磷	红磷
分子结构	正四面体	结构复杂
色、态	白色蜡状	暗红色粉末
溶解性	不溶于水,易溶于 CS_2	不溶于水和 CS_2
毒性	剧毒	无毒
着火点	$40^\circ C$ 、在空气中自燃	$240^\circ C$ 、可燃
保存方法	贮存在水中(少量)	密封
转化	$\text{白磷} \xrightarrow[\text{加热到 } 416^\circ C \text{ 升华后、冷凝}]{\text{隔绝空气加热到 } 260^\circ C} \text{红磷}$	

①它们互为同素异形体,物理性质不同,化学性质也有差异:白磷易自燃,白磷易溶于 CS_2 ,而红磷不具备这些性质;

②它们的转化要隔绝空气(因为它们可燃烧),且为化学变化;

③ P_2O_5 有较强的吸水性,为磷酸和偏磷酸两种酸的酸酐。

(5)氮的氧化物都是大气污染物: N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5 。

① N_2O_3 、 N_2O_5 分别是 HNO_2 、 HNO_3 的酸酐: $N_2O_3 + H_2O = 2HNO_2$; $N_2O_5 + H_2O = 2HNO_3$;

② NO (无色)、 NO_2 (红棕色)、 N_2O_4 (无色)等氧化物可以相互转化: $2NO + O_2 = 2NO_2$;
 $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$; $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

为了方便计算: $4NO + 3O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$; $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$;

③因为 NO_2 可以与水反应生成 HNO_3 ,所以它有强氧化性,可助燃。

2. 氨和铵盐

(1)氨气是一种极性分子,易液化;其结构呈三角锥形,是极性分子。

(2)氨气是一种易溶于水的气体,可做喷泉实验证明:

①通常 1 体积水可溶解 700 体积 NH_3 ;

②装置的气密性要好,要干燥,收集的气体要装满,实验现象才明显;

③氨水显碱性,加入几滴酚酞可以看到红色的喷泉;

④吸收 NH_3 时(或接触水时)要防止倒吸现象发生。

(3) NH_3 是中学学习的唯一一种遇水显碱性的气体。

①氨水的成分($NH_4^+ + OH^- \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_3 \uparrow + H_2O$): NH_3 、 $NH_3 \cdot H_2O$ 、 H_2O 、 NH_4^+ 、 OH^- 、 H^+ ;易挥发出氨气,应用棕色瓶保存;其密度比水小,越浓的密度越小;

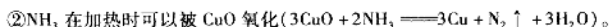
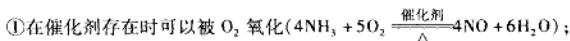


②可以与盐反应生成难溶性的氢氧化物沉淀；

③氨水与液氨的区别和联系：

名称	氨水	液氨
形成	NH_3 溶于水	NH_3 液化
物质分类	混合物	纯净物
成分	H_2O 、 NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4^+ 、 OH^- 、 H^+	NH_3

(4) NH_3 中 N 元素为最低价，有一定的还原性：



(5) 铵盐受热易分解，能与碱反应制取氨气：

① NH_4Cl 受热分解是化学变化，遇冷又重新结合成 NH_4Cl ，常用于与其他物质的分离。

②用 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 加热制氨气：铵盐不可以用 NH_4NO_3 ，因为它可能受热爆炸；也不用碳酸的铵盐，因为受热分解后有 CO_2 气体引入。

$2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{固}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{固}) \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，其装置与用 HClO_3 或 KMnO_4 制取氧气的装置相同。

③不用排水法收集，不用浓硫酸、 P_2O_5 等酸性的物质干燥，也不用 CaCl_2 干燥；用红色、湿润石蕊试纸验满；应用向下排空气法收集，并在试管口放少量棉花，以减少气体的相互扩散，使收集的气体更为纯净。

④用湿润的红色石蕊试纸在试管口检验是否收集满，或用蘸有浓盐酸的玻璃棒，有白烟生成（用浓硝酸也有发烟现象），但用浓硫酸则不可以，因为二者不能都挥发成蒸气在空中相遇，没有烟生成。

⑤用浓氨水与生石灰反应，可利用 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 快速制得氨气。

⑥ NH_4^+ 的检验与鉴别：加碱，加热，再用红色湿润石蕊试纸检验。

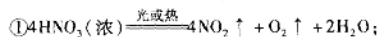
3. 硝酸

(1) 硝酸是易挥发性的液体：

①沸点低，有刺激性气味；

②98% 的硝酸有“发烟”现象。

(2) 硝酸是易分解的液体（不稳定性）：



②浓硝酸由于分解生成的 NO_2 溶解在其中，显黄色，可通少量空气去除；

③硝酸要用棕色瓶保存;要放在冷暗处保存。

(3)硝酸有强氧化性(氮为最高正价,易得电子,反应后化合价降低):

①可与铜等不活泼金属发生反应,且一般不生成 H_2 ;

②在常温下遇铁、铝钝化(不是不发生反应,而是生成了保护层,使反应停止);

③铜与稀硝酸反应生成 NO ($3Cu + 8HNO_3 \xrightarrow{\Delta} 3Cu(NO_3)_2 + 2NO \uparrow + 4H_2O$);

④铜与浓硝酸反应生成 NO_2 ($Cu + 4HNO_3 \xrightarrow{\Delta} Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O$);

⑤C 与浓硝酸反应(其他非金属也可能反应的,如 P、S 等,一般要加热)

$C + 4HNO_3(\text{浓}) \xrightarrow{\text{加热}} CO_2 \uparrow + 4NO_2 \uparrow + 2H_2O$;

⑥硝酸盐在酸性条件下(即: $NO_3^- + H^+$)有强氧化性:与 Fe^{2+} 、 S^{2-} (-2 价 S)、 SO_3^{2-} (+4 价 S)、 I^- 等离子发生氧化还原反应;

⑦硝酸还有一般酸的通性:与碱反应;与盐反应;与碱性氧化物反应。

4. 氧化还原反应方程式的配平

(1)熟悉配平方法:

①配平的四个基本步骤:标出变价元素的化合价,列出同种元素在反应前后的化合价变化情况,根据所变化化合价的最小公倍数求出变价元素的系数,用元素守恒法配平其他未变价元素。

②配平的基本原则:氧化剂化合价降低的总数 = 还原剂化合价升高的总数。

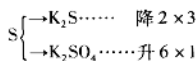
(2)掌握同种元素的变化规律:高价变低价,低价变高价,但不能“越位”,即二者变化的结果最大程度是相同,如: $H_2SO_4(\text{浓}) + H_2S = SO_2 + S + 2H_2O$ 的变化情况是 $H_2SO_4(\text{浓}) \rightarrow SO_2$, $H_2S \rightarrow S$;不可能是 $H_2SO_4(\text{浓}) \rightarrow S$, $H_2S \rightarrow SO_2$ 。

(3)配平的技巧:

①如: $3Cu + 8HNO_3(\text{稀}) \xrightarrow{\Delta} 3Cu(NO_3)_2 + 2NO \uparrow + 4H_2O$, 在配平 HNO_3 前面的系数时应该用变价部分加上未变价部分——部分变价问题($2 + 3 \times 2 = 8$);

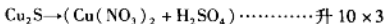
②如: $Zn + As_2O_3 + HCl \rightarrow ZnCl_2 + AsH_3 \uparrow + H_2O$, 在配平时, AsH_3 前面系数最少是 2(因为 As_2O_3 最少 1 分子)——最少变化单位;

③如: $S + KOH \rightarrow K_2S + K_2SO_3 + H_2O$ (歧化)或 $KI + KIO_3 + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2O$ (归中)等同一元素变价的反应,应列成:



先求得分项的系数,再求 S 的总数——先求分再求总($2 + 1 = 3$);

④如: $Cu_2S + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO \uparrow + H_2SO_4 + H_2O$, 在配平时, Cu_2S 中各种元素都变价,列变化时可看成—一个整体:



再求各系数——整体计算法；

⑤如： $\text{MnO}_4^- + \text{Cl}^- + \underline{\hspace{2cm}} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，配平时应先根据元素守恒或电荷守恒，确定所缺项为 H^+ ，再列变化配平，且在配平未变价元素时，要电荷守恒和质量守恒同时应用。

(4) 氧化还原反应的计算：以电子转移守恒为基本技巧（氧化剂所得的电子总数与还原剂所失的电子总数相等，这是这类反应计算题的首选技巧）。

5. 有关化学方程式的计算

(1) 对于一个化学反应方程式，可以用不同的物理量表示它们的比例，有不同的单位。



表示 1： 2 g 71 g 73 g…质量（单位可用质量的单位）

表示 2： 1 个分子 1 个分子 2 个分子…分子个数（单位也可用物质的量 mol）

表示 3： 22.4 L 22.4 L 44.8 L…标准状况下体积（也可是同温同压）

表示 4： 2 g N_A 个 44.8 L…不同的物理量（用阿伏加德罗定律转换）

(2) 多步计算：分步运算太慢，易出错，根据守恒关系找出关系式，化为一步计算，如：将 FeS_2 制成 SO_2 ，将 SO_2 制成 SO_3 ，将 SO_3 制成 H_2SO_4 ，再用此硫酸中和 NaOH ，可由硫守恒得关系式： $\text{FeS}_2 \rightarrow 4\text{NaOH}$ ，使计算简化。

(3) 过量讨论：

①当反应式中所给的量为两个以上时，要依据方程式进行讨论，以量少的进行计算。

②当由某物质过量，引起了第二步反应时，就形成了分步讨论计算：

如：若将 m mol CO_2 缓缓通入 n mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的澄清石灰水中，可得沉淀多少？

因为 CO_2 过量后，会发生 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 的反应，所以分三种情况：

① m mol CO_2 在反应中不足，即不能使 n mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 完全沉淀，可用 m mol CO_2 求解。

② m mol CO_2 在反应中过量，即能使 n mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 完全沉淀，并且完全溶解，沉淀为 0。

③ m mol CO_2 在反应中，使 n mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 完全沉淀后，又溶解了一部分，此时就应该用第一步剩余的 CO_2 求得又溶解的沉淀，用第一步生成的沉淀减去溶解的沉淀即可，即为 $(2n - m)$ mol。

※ 竞赛拓展 ※

1. PO_4^{3-} 的检验：它可与 Ag^+ 生成溶于强酸的黄色沉淀，所以一般是先加 AgNO_3 ，生



成黄色沉淀后,加 HNO_3 后沉淀又溶解(为防止 I^- 的干扰)。

2. 根据电子守恒推断 HNO_3 的还原产物:硝酸与金属的反应随浓度(或物质的量)的变化量的变化,反应原理也改变(铁与过量的硝酸反应生成 Fe^{3+} ,与少量的硝酸反应生成 Fe^{2+})。不活泼金属与浓度不同的硝酸反应生成不同的还原产物(与浓硝酸反应生成 NO_2 ,与稀硝酸反应生成 NO)。而活泼金属镁与硝酸反应中,由于浓度不同,还原产物有可能为 H_2 、 N_2 、 NO 、 NO_2 。

3. 环境保护。消除氮的氧化物为知识内容,以化工生产或环境保护为背景综合考查物质的性质以及与此相关的理论、实验和计算($2\text{NaOH} + \text{NO} + \text{NO}_2 = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)。



基础示例

例1 烟气中 NO_x 是 NO 和 NO_2 的混合物(不含 N_2O_4)。

(1) 根据废气排放标准, 1 m^3 烟气最高允许含 400 mg NO_x 。若 NO_x 中 NO 质量分数为 0.85 , 则 1 m^3 烟气中最高允许含 NO _____ L (标准状况,保留2位小数)。

(2) 工业上通常用溶质质量分数为 0.150 的 Na_2CO_3 水溶液(密度 $1.16 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 作为 NO_x 吸收剂,该碳酸钠溶液物质的量浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (保留2位小数)。

(3) 已知: $\text{NO} + \text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{CO}_2$ ①

$2\text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2$ ②

1 m^3 含 2000 mg NO_x 的烟气用质量分数为 0.150 的碳酸钠溶液吸收。若吸收率为 80% , 吸收后的烟气 _____ 排放标准(填“符合”或“不符合”),理由: _____。

(4) 加入硝酸可改变烟气中 NO 和 NO_2 的比,反应为:



当烟气中 $n(\text{NO}):n(\text{NO}_2) = 2:3$ 时,吸收率最高。

1 m^3 烟气含 2000 mg NO_x , 其中 $n(\text{NO}):n(\text{NO}_2) = 9:1$ 。

计算:(i) 为了达到最高吸收率, 1 m^3 烟气需用硝酸的物质的量(保留3位小数)

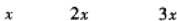
(ii) 1 m^3 烟气达到最高吸收率 90% 时,吸收后生成 NaNO_2 的质量(假设上述吸收反应中,反应①比反应②迅速。计算结果保留1位小数)。

参考答案:(1) 0.25 (2) 1.64

(3) 不符合 因吸收后烟气总体积减小, NO_x 含量仍超过 $400 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$

(4) (i) $30n(\text{NO}) + \frac{1}{9} \times 46n(\text{NO}) = \frac{2000}{1000}n(\text{NO}) = 0.057 \text{ mol}$

设与硝酸反应的 NO 的物质的量为 x 。



$$\frac{\frac{1}{9} \times 0.057 + 3x}{0.057 - x} = \frac{3}{2} \quad x = 0.0176 \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 2x = 0.035 \text{ mol}$$

$$(ii) n(\text{NaNO}_2) = 2n(\text{NO}) + \frac{1}{2}[n(\text{NO}_2) - n(\text{NO})] = 0.0887 \text{ (mol)}$$

$$m(\text{NaNO}_2) = 0.0887 \times 69 \times 90\% = 5.5 \text{ (g)}$$

思路启迪: (1) $\frac{0.4 \text{ g} \times 0.85}{30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.25 \text{ L}$ 。

$$(2) c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1000\rho \cdot w}{M} = \frac{1000 \times 1.16 \times 0.15}{106} = 1.64 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{)}。$$

$$(4) (i) 30n(\text{NO}) + \frac{1}{9} \times 46n(\text{NO}) = 2(\text{g})n(\text{NO}) = 0.057 \text{ mol}$$

设与硝酸反应的 NO 的物质的量为 x 。



$$\frac{\frac{1}{9} \times 0.057 + 3x}{0.057 - x} = \frac{3}{2} \quad x = 0.0176 \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 2x = 0.035 \text{ mol}。$$

(ii) 加入 HNO_3 使 NO 与 NO_2 物质的量之比达到 2:3 时, NO_2 的实际物质的量已经变为: $\frac{1}{9} \times 0.057 + 3x = 0.0591 \text{ mol}$, NO 的实际物质的量已经变为: $0.057 - x = 0.0394 \text{ mol}$ 。

根据题(3)中①②两个化学方程式可以得出:

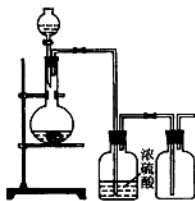
$$n(\text{NaNO}_2) = 2n(\text{NO}) + \frac{1}{2}[n(\text{NO}_2) - n(\text{NO})] = 0.0887 \text{ mol}$$

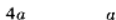
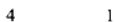
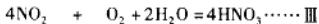
$$n(\text{NaNO}_2) = 0.0887 \times 69 \times 90\% = 5.5 \text{ (g)}。$$

例 2 可用右图装置制取(必要时可加热)、净化、收集的气体是

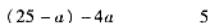
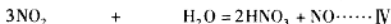
- 铜和稀硝酸制一氧化氮
- 氯化钠与浓硫酸制氯化氢
- 锌和稀硫酸制氢气
- 硫化亚铁与稀硫酸制硫化氢

参考答案: B





剩余 NO_2 : $(25 - a) - 4a$ mL, 接着发生反应



$$\therefore (25 - a) - 4a = 15 \quad a = 2$$

即:若剩余气体为 NO , $V(\text{O}_2) = 2$ mL, $V(\text{NO}_2) = 23$ mL

做 NO 、 NO_2 、 N_2O_4 、 O_2 溶于水的混合计算时,应该先根据量(或可能性)选择反应方程式: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 或 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$,必要时再用反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 作为 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 补充计算。

例5 密度为 $0.91 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的氨水,质量百分比浓度为 25% (即质量分数为 0.25),该氨水用等体积的水稀释后,所得溶液的质量百分比浓度为

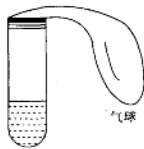
- A. 等于 12.5% B. 大于 12.5%
C. 小于 12.5% D. 无法确定

参考答案:C

思路启迪:若按等质量混合二者,则其质量分数为 12.5%,但氨水的密度比水小,所以,取等体积的结果是,氨水的质量小于水的质量,所以其质量分数比等质量混合小。

此类问题的关键在于等体积的浓溶液的质量比水(或稀溶液)的质量大还是小。若大则比等质量混合的结果大,否则就小。若换成比水密度大的其他浓溶液,若仍然取等体积的溶液与水(或稀溶液)混合,则相当于多取了浓溶液,所以结果会比等质量混合的结果大。

例6 某学生课外活动小组,利用如图所示的装置分别作如下实验:



(1) 在试管中注入某红色溶液,加热试管,溶液颜色逐渐变浅,冷却后恢复红色。则原溶液可能是_____溶液;加热时溶液由红色逐渐变浅的原因是_____。

(2) 在试管中注入某无色溶液,加热试管,溶液变为红色,冷却后恢复无色,则此溶液可能是_____溶液;加热时溶液由无色变红色的原因是_____。

参考答案:(1) 稀氨水和酚酞;稀氨水中的 NH_3 逸出,所以溶液颜色变浅。

(2) 溶有 SO_2 的品红溶液; SO_2 气体逸出,品红溶液恢复红色。

思路启迪:此题的装置是密闭的,即在加热时,气体逸出,遇冷时又溶入液体中;前者气体溶入时变红,后者气体溶入时褪色;结合中学所学: NH_3 溶于酚酞中变红,品红溶液



通入 SO_2 气体时褪色;再仔细分析,即可得到答案。

NH_3 是中学所学的唯一一种溶于水显碱性的气体; SO_2 的漂白性是可逆的。

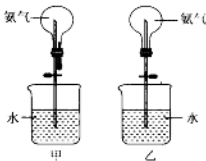
例 7 如图为氨气喷泉实验的装置(图中夹持装置均已略去)。

(1)写出实验室制取 NH_3 的化学方程式:_____。

(2)收集氨气应使用_____收集,要得到干燥的 NH_3 可选用_____作干燥剂。

(3)用甲装置进行喷泉实验,上部烧瓶已装满氨气,引发水上喷的操作是_____;该实验的原理是_____。

(4)如果只提供图乙的装置,说明引发喷泉的方法:_____。



参考答案:(1)略 (2)向下排空气;碱石灰 (3)打开止水夹,挤出胶头滴管中的水;氨气极易溶于水,致使烧瓶内气体压强迅速减小 (4)打开夹子,用手(或热毛巾等)将烧瓶捂热,氨气受热膨胀,赶出玻璃管内的空气,氨气与水接触,即产生喷泉。

思路启迪:本题的关键在于结合物理规律,上喷的动力来源于内部的压强比外界压强小,即负压。所以要根据化学知识,创造负压就可以了。

例 8 下列块状金属,在常温时能全部溶于足量浓 HNO_3 的是

A. Ag

B. Cu

C. Al

D. Fe

参考答案:AB

思路启迪:Ag、Cu、Al、Fe 等金属都能被氧化,但因为块状固体,则应考虑:“表层是否可能生成致密的氧化膜?”Al、Fe 块被氧化膜覆盖,所以不能被溶解。

硝酸是强氧化性酸,与多金属反应的能力很强,与盐酸混合(王水)几乎能溶解所有的金属(浓硝酸与 Al、Fe 钝化)。

例 9 铜和镁的合金 4.6 g 完全溶于浓硝酸,若反应中硝酸被还原只产生 4480 mL 的 NO_2 气体和 336 mL 的 N_2O_4 气体(都已折算到标准状况),在反应后的溶液中,加入足量的氢氧化钠溶液,生成沉淀的质量为

A. 9.02 g

B. 8.51 g

C. 8.26 g

D. 7.04 g

参考答案:B

思路启迪:因为两金属都是 +2 价,可推知每摩尔金属还原得 2 mol NO_2 。所以两种金属总的物质的量为 $(4480 + 2 \times 336) \div 44800 = 0.115$ (mol),两种氢氧化物的总质量可用于金属离子的质量加上氢氧根离子的质量来计算: $4.6 \text{ g} + 0.115 \text{ mol} \times 2 \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.51 \text{ g}$

金属与硝酸的反应是典型的氧化还原反应,其计算的技巧是电子得失守恒。它是所有氧化还原反应的计算的技巧。而一般不选择用化学方程式进行计算,因为化学方程式的书写比较复杂,有时与质量守恒同时应用,使计算更简便。



例 10 0.03 mol Cu 完全溶于硝酸,产生氮的氧化物(NO、NO₂、N₂O₄)的混合气体共 0.05 mol。该混合气体的平均相对分子质量可能是

A. 30

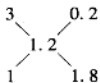
B. 46

C. 50

D. 66

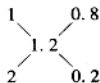
参考答案:BC

思路启迪:0.03 mol Cu 与硝酸反应生成硝酸铜,转移电子 0.06 mol,相当于 0.05 mol 氮的氧化物得到了 0.06 mol 电子(产生 1 mol NO、NO₂、N₂O₄ 分别得到电子 3 mol、1 mol、2 mol 电子)。从极限角度分析,氮的氧化物可能有两种组合形式,第一种组合是 NO 和 NO₂,



即两者按 1:9 的比例混合,可求得平均相对分子质量为 44;

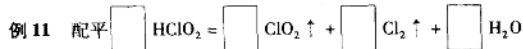
第二种组合是 NO₂ 和 N₂O₄,



即两者按 4:1 的比例混合,可求得平均相对分子质量为 55.2。

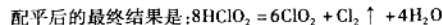
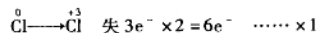
实际上氮的氧化物以 NO、NO₂、N₂O₄ 三种形式存在,故混合气体的平均相对分子质量在 44~55.2。所以符合题意的是 BC 两项。

混合物的讨论计算,一般用极限法。即两两计算后,再从中间取值。



参考答案:8;6;1;4

思路启迪:本题为自身的氧化还原反应,可从右边入手:



自身的氧化还原反应的配平,从左面列变化有困难,从右面较方便,若是同种元素的不同价态发生氧化还原反应,则应从左边列较好。可称为“先分后总”,即列变化时分项在前,总项在后。



参考答案:5;1;48;15;1;24